



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter, mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse, in dessen Inneren ein konzentrischer, die Schaltstücke umgebender Zentralschirm angeordnet ist.

Dieser Zentralschirm – in der Regel als metallisches Zylinderteil ausgeführt – schützt das isolierende Kammergehäuse vor metallischer Bedampfung bei einem Leistungslichtbogen; gleichzeitig fungiert es als Hitzeschild.

Nachteilig ist, daß bei einer Leistungsabschaltung ein ausschleifender Lichtbogen über den Zentralschirm geführt werden kann, der Gase sowie Metallflitter emittiert, welche die innere Spannungsfestigkeit sowie das Abschaltvermögen der Kammer herabsetzen können.

Aus der DE 38 29 888 A1 ist bekannt, die Zentralabschirmung aus einem Metall herzustellen, das Gettermaterial enthält bzw. von diesem gebildet ist. Als solches Gettermaterial ist in bevorzugter Weise Titan vorgeschlagen, da dieses unter anderem in der Lage ist, Methangas (CA_4) zu binden. Aufgrund der hohen Schmelztemperatur entstehen bei Titan beim Anschmelzen auch nur minimale, die Spannungsfestigkeit praktisch nicht beeinträchtigende Metallflitter.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, für den Zentralschirm einen Werkstoff vorzusehen, der die vorerwähnten Nachteile nicht aufweist und dem eine hervorragende Temperaturwechselbeständigkeit sowie gutes Thermoschockverhalten innewohnt.

Die Lösung gelingt mit den kennzeichnenden Merkmalen der Ansprüche 1, 5, 7, 14, 15, 18, 20 und 21.

Es wurde gefunden, daß für den Zentralschirm nur besondere anorganische Werkstoffe in Frage kommen.

Keramiken sind für Vakuumschaltkammern – insbesondere zur Bildung der Kammergehäuse – bekannt. Dabei handelt es sich in der Regel um eine relativ preiswerte Al_2O_3 -Keramik, die jedoch als Zentralschirmmaterial wegen der mangelnden Temperaturwechselbeständigkeit nicht taugt.

Hingegen genügt diesen Anforderungen erfindungsgemäß eine oxidische Keramik in Matrixform, in der ZrO_2 -Teilchen eingelagert sind (Anspruch 1). Der ZrO_2 -Anteil kann bis zu 15 Gew.-% betragen. Als oxidische Keramik eignet sich hervorragend Al_2O_3 . Diese erhält damit ein wesentlich besseres Thermoschockverhalten sowie eine gesteigerte Zähigkeit. Der Verstärkungsmechanismus beruht auf der energieaufzehrenden Phasenumwandlung des ZrO_2 von der tetragonalen in die monokline Gitterstruktur. Man spricht deshalb auch von einer umwandlungsverstärkten Al_2O_3 -Keramik.

Durch genaue Einstellung der ZrO_2 -Korngrößenverteilung und/oder durch Teilstabilisierung mit CaO , MgO oder Y_2O_3 (bis ca. 5%) lassen sich keramische Körper mit verbesserter Zähigkeit und Thermoschockbeständigkeit herstellen.

Die Einbringung von metallischen Hartstoffen, wie TiC oder TiN in eine oxidkeramische Matrix hat ebenfalls unter anderem zum Ziel, die Thermoschockempfindlichkeit infolge der guten Wärmeleitfähigkeit der metallischen Hartstoffe erheblich zu verbessern. Die Gewichtsanteile der Hartstoffe sollten mindestens 10% ausmachen, aber 30% nicht übersteigen.

Als geeignetes Zentralschirmmaterial wird ferner eine whiskerverstärkte oxidische Keramikmatrix angesehen (Anspruch 5). Hierbei eignen sich besonders SiC-Whisker, die in einer Al_2O_3 -Matrix eingelagert sind und diese verstärken. Der Gewichtsanteil der SiC-Whisker sollte in der Größenordnung von 10% bis 20% liegen.

Whisker sind nadelförmige Einkristalle, die sich durch ei-

nen sehr niedrigen Fehlerordnungsgrad und eine besonders hohe Festigkeit auszeichnen. Das Prinzip der Verstärkung durch Whiskereinlagerung beruht im wesentlichen auf einer Hemmung des Rißfortschrittes durch Rißverzweigung und Ablenkung der Risse entlang der Grenzflächen Whisker/Matrix. Die geringe Wärmeausdehnung und die gute Wärmeleitfähigkeit des SiC bewirken eine sehr hohe Thermoschockfestigkeit.

Mischkeramiken erfüllen ebenfalls die gestellten Anforderungen für ein Zentralschirmmaterial (Anspruch 7). Besonders geeignet scheinen hier die handelsüblichen Mullite, wie $3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2$ (Siliziummischoxid), sowie Cordierite, wie $2 \text{ Mg} \cdot 2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ SiO}_2$ (Aluminium-Magnesiumsilikat), zu sein. Eine bevorzugte Mischkeramik kann 76 bis 79 Gew.-% Al_2O_3 sowie 20,5 bis 23 Gew.-% SiO_2 enthalten; eine andere 34% Al_2O_3 , 51% SiO_2 und 14% HgO . Weitere aussichtsreiche Mischoxidkeramiken sind Zirconoxide mit Cordierite $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$, sowie Zirconosilikat ZrSiO_3 bzw. ZrSiO_4 und schließlich das Magnesiumsilikat MgSiO_3 . Eine weitere aussichtsreiche Mischkeramik ist das Aluminiumtitanat Al_2TiO_5 , wobei der TiO_5 -Anteil unter 3,5 Gew.-% gehalten werden sollte.

Hervorragende Eigenschaften hinsichtlich Bruchzähigkeit und Thermoschockverhalten sind den Nitritkeramiken eigen. Hier sei insbesondere die unter den Handelsnamen "SIALON" bekannte Keramik genannt, die durch Mischkristallbildung zwischen Si_3N_4 und Al_2O_3 ($\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) entsteht (Anspruch 13). Die Qualität dieses Werkstoffes sei an folgendem Beispiel verdeutlicht:

Schreckt man verschiedene keramische Proben von unterschiedlich hohen Temperaturen in Wasser ab, so treten bei den einfachen Oxidkeramiken bei einer Temperaturdifferenz von $T = 300^\circ\text{C}$ erste Risse auf, bei der Nitritkeramik dagegen erst bei einer Temperatur $T = 750^\circ\text{C}$.

Es kann α und β -SIALON mit folgender Maßgabe eingesetzt werden:

α : $\text{Me}_x (\text{SiAl})_{12} (\text{O}, \text{N})_{16}$ z. B. $\text{Ca}_{0,5} \text{Si}_{10,5} \text{Al}_{1,5} \text{O}_{0,5} \text{N}_{15,5}$
 β : $\text{Si}_6\text{Al}_x \text{O}_x \text{N}_{8x}$; der Wert für x liegt hier zwischen 0 und 4,2.

Als weiterer erfinderscher Werkstoff eignet sich ein Schaumkeramikkörper, sog. Open-Pore-Keramik (Anspruch 15). Diese oxidischen Keramikkörper werden nach einem speziellen Schäumverfahren unter Hinzufügen von organischem Polyurethanschaum, der natürlich wieder entfernt wird, hergestellt. Für den Anwendungsfall kristallisieren sich unter anderem Körper aus dem Werkstoff Cordierite, Mullite, partiell stabilisiertes Zirconiumoxid (65%) stabilisiert mit 35% Al_2O_3 heraus. Diese Werkstoffe verfügen über ein hervorragendes Thermoschockverhalten.

Gemäß Anspruch 18 sind aber auch sog. Cermets, also Sinterkörper aus oxidischen bzw. nichtoxidischen Keramiken sowie Metallen oder Metallegierungen eine hervorragende Materialwahl für den Zentralschirm.

Die Gehalte der Komponenten soll zwischen 15 und 85 Vol% liegen, wobei eine geringe gegenseitige Löslichkeit der Phasen ineinander bei Sintertemperatur zulässig ist. Verwendet werden Cermets auf Al_2O_3 -Basis, mit Metallen TiC oder TiN mit Ni und/oder Co als Binder. In kleinen Mengen können zum Teil TaC, TaN, VC, Mo_2C oder WC zugesetzt sein.

Eine Abart bilden die superstarken Metallmatrixverbindungen. Hierbei wird ein keramisches Materialgranulat, z. B. Al_2O_3 , gebildet und in ein Metallbad (Schmelztemperatur je nach Werkstoff zwischen 500°C und 1600°C) eingetaucht. Durch Kapillarkräfte saugt sich das Al_2O_3 -Granulat mit dem flüssigen Metall voll und bildet nach dem Erkalten einen Metall/Keramikverbundkörper von geringem Gewicht, hoher Festigkeit und einem guten Thermoschockver-

halten. Als Metallkomponente hat sich Kupfer als sehr geeignet herausgestellt.

Schließlich kann hochreines Elektrographit als Zentralabschirmmaterial eingesetzt werden; es besitzt bekanntlich eine sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit und ist – wie die Cernets – halbleitend, was jedoch die Verwendbarkeit nicht einschränkt. Das Graphit läßt sich noch wesentlich für den Anwendungszweck verbessern, wenn es mit Carbonfasern verstärkt wird. Damit erreicht man eine geringere Wärmekapazität sowie eine geringere Bruchempfindlichkeit gegenüber reinem Graphit.

Die Vorteile einer nichtmetallischen Auskleidung mit den vorerwähnten Materialien sind folgende:

Bei einer Kurzschlußabschaltung findet nur ein Druckanstieg in Höhe der freigesetzten Gase des Kontaktmaterials in der Schaltkammer statt.

Es bilden sich keine Metallfitter wie bei einer metallischen Auskleidung infolge von verflüssigtem und weggespritztem Material, welche die innere Spannungsfestigkeit der Kammer erheblich herabsetzen können.

Die Bedampfung innerhalb der Schaltkammer, hervorgerufen durch stromstarke Abschaltung, reduziert sich auf den Anteil, der aus dem Kontaktwerkstoff hervorgeht. Dieses bedeutet eine Erhöhung der Langzeitspannungsfestigkeit.

Es können größere Kontaktdurchmesser bei konstantem Innendurchmesser des Kammergehäuses eingesetzt werden, da ein Berühren eines ausschleifenden Lichtbogens mit der Innenseite des Zentralschirmes keinen Stehlichtbogen zwischen dieser und dem Kontaktsystem zur Folge hat.

Soweit es die Herstellung erlaubt, ist es günstig, wenn die Materialien zumindest an der den Schaltstücken zugewandten Oberfläche wabenförmig bzw. porig oder löchrig ausgeführt sind. Die Poren oder Löcher können durchgängig sein oder nur bis zu einer gewissen Tiefe reichen. Diese Ausführung hat den Vorteil, daß sich vom Lichtbogen produzierter Metalldampf bzw. nach Kurzschlußabschaltung verflüssigtes Kontaktmaterial in den Poren bzw. Löchern anlagern kann.

Da die vorgenannten Materialien in der Regel den gleichen Ausdehnungskoeffizienten haben wie die Kammergehäusekeramik, ist es zweckmäßig, sie in einer Ausnehmung im Kammergehäuse unterzubringen.

Wird das Kammergehäuse aus zwei aufeinanderstehenden Zylindern gebildet, so kann der ebenfalls als Ringzylinderteil ausgebildete Zentralschirm sogar die Zentrierung der einzelnen Kammergehäusezylinder übernehmen (siehe anliegende Figur).

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der einzigen, anliegenden Figur schematisch dargestellt. Gezeigt ist eine Vakuumschalterkammer im Längsschnitt.

Das aus isolierender Keramik (Al_2O_3) gebildete Kammergehäuse der Schaltkammer 1, wird von zwei Keramikzylindern 2, 3 dargestellt, die an den Stirnseiten miteinander über die Lötnaht 4 verbunden sind. Verschlössen ist das Kammergehäuse mittels der metallischen Abschlußdeckel 5, 6. Letztere werden dicht von Schaltkontaktstücken 9, 10 tragenden Stromzuführungsbolzen 7, 8 durchgriffen. Ein Zentralschirm 11 in Form eines ringförmigen Zylinders umgibt die Schaltkontaktstücke und ist in inneren Ausnehmungen der Keramikzylinder 2, 3 bündig eingesetzt.

Die Enden des Zentralschirmes 11 tragen weitere, in die Schaltkammer ragende zylindrische Schirmabsätze 11a, 11b. Sie können unmittelbar am Zentralschirm 11 angeformt oder zwischen dessen Enden und dem radialen Absatz des jeweiligen Keramikzylinders 2, 3 eingesetzt sein.

Weitere zylindrische Schirmteile 13a, 13b decken die jeweilige innere Kante des Keramikzylinders 2, 3 ab. Die Schirmabsätze 11a, 11b können aus Titan oder aber aus ei-

nem weichen Material, z. B. Kupfer, gebildet sein.

Hingegen ist der Zentralschirm 11 aus einem der in den Ansprüchen genannten Material (Isolator bzw. Halbleiter) gebildet. Damit können Temperaturdifferenzen bis ca. 1000°C schadfrei beherrscht werden, ohne daß der Schirm Metall oder Gase emittiert.

Ein Wellenrohr 14 übernimmt die Abdichtung zwischen dem beweglichen Stromzuführungsbolzen 8 sowie dem Abschlußdeckel 6. Es wird im Bereich des Keramikzylinders 3 von einem zylindrischen Schirm 15 abgedeckt, der am Stromzuführungsbolzen 8 festgemacht ist.

Der Zentralschirm 11 ist in der Regel als Ringzylinder ausgebildet und kann so eingesetzt sein, daß er die aufeinanderstehenden Keramikzylinder 2, 3 beim Zusammenbau zentriert.

Patentansprüche

1. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter, mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse, das von metallischen Deckeln verschlossen ist, welche von jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke tragen, die von einem Zentralschirm mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) aus einer Matrix einer oxidischen Keramik gebildet ist, in die Zirkoniumoxid (ZrO_2) eingelagert ist.
2. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix eine Al_2O_3 -Matrix ist.
3. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in die Al_2O_3 -Matrix zusätzlich metallische Hartstoffe, wie TiC oder TiN, eingelagert sind.
4. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Zirkoniumoxid verstärkte Al_2O_3 -Matrix Zusätze von CaO, HgO oder Y_2O_3 enthält.
5. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß für den Zentralschirm (11) eine whiskerverstärkte oxidische Keramikmatrix verwendet ist.
6. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikmatrix ein Al_2O_3 -Matrixwerkstoff ist, der durch SiC-Whisker verstärkt ist.
7. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1); das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß für das Material des Zentralschirmes (11) Mischoxidkeramiken verwendet sind.
8. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik Magnesi-

umsilikat MgSiO_2 verwendet ist.

9. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik Zirkonsilikat ZrSiO_2 bzw. ZrSiO_4 verwendet ist.

10. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik Siliziummischoxid $3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2$ (Mullite) verwendet ist.

11. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik Aluminium-Magnesiumsilikat $2 \text{ Mg} \cdot 2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ SiO}_2$ (Cordierite) verwendet ist.

12. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik eine Verbindung aus Zirkonoxiden mit Cordieriten $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ verwendet ist.

13. Vakuumschalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Mischoxidkeramik Aluminiumtitanat Al_2TiO_5 , wobei der Gewichtsanteil von TiO_2 kleiner als 3,5% ist, verwendet ist.

14. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß für den Zentralschirm (11) Nitridkeramiken, insbesondere von Si_3N_4 , Al_2O_3 (SiALON), verwendet sind.

15. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) von einer oxidischen Schaumkeramik (Open-Pore-Keramik) gebildet ist.

16. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumkeramik durch Zirkoniumoxid ZrO_2 gebildet, das mit 30 bis 40 Vol% Aluminiumoxid Al_2O_3 stabilisiert ist.

17. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch aufgeschäumte Cordierite oder Mullite.

18. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) aus einem Cermet, d. h. aus oxidischen bzw. nichtoxidischen keramischen sowie metallischen Bestandteilen gebildet ist.

19. Vakuumschaltkammer nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumina der Komponenten Keramik-Metall zwischen 15 und 85% gewählt sind.

20. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche von je re-

lativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) aus keramischen Granulat, z. B. Al_2O_3 -Granulat, gebildet ist, dessen Zwischenräume durch Eintauchen in ein Metallbad mit Kupfer ganz bzw. teilweise ausgefüllt sind.

21. Vakuumschaltkammer für Mittelspannung, insbesondere für Leistungsschalter, mit einem isolierenden, zylindrischen Kammergehäuse (1), das von metallischen Deckeln (5, 6) verschlossen ist, welche jeweils relativ zueinander beweglichen Stromzuführungsbolzen (7, 8) durchdrungen sind und im Schaltkammerinneren einander sich gegenüberstehende Schaltstücke (9, 10) tragen, die von einem Zentralschirm (11) mit Abstand umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) aus hochreinem Elektrographit gebildet ist.

22. Vakuumschalter nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrographit mit Carbonfasern verstärkt ist.

23. Vakuumschaltkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Innenseite des zylindrischen Zentralschirmes (11) eine wabenförmige Oberflächenstruktur aufweist.

24. Vakuumschaltkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Schaltkontaktstücke (9, 10) umschließende Fläche des Zentralschirmes (11) eine mit Poren bzw. Löchern behaftete Oberflächenstruktur aufweist.

25. Vakuumschaltkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralschirm (11) in einer Ausnehmung im Isolierkörper der Kammer unmittelbar eingesetzt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

